

VU Research Portal

Angst en veranderingen in spierversmoedheid en melkzuurconcentratie in het bloed bij onervaren klimmers

Holsheimer, F.; Pijpers, J.R.; Bakker, F.C.; Hollander, A.P.

published in

Sportpsychologie bulletin
1995

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Holsheimer, F., Pijpers, J. R., Bakker, F. C., & Hollander, A. P. (1995). Angst en veranderingen in spierversmoedheid en melkzuurconcentratie in het bloed bij onervaren klimmers. *Sportpsychologie bulletin*, 6, 26-33.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

ANGST EN VERANDERINGEN IN SPIERVERMOEIDHEID EN MELKZUURCONCENTRATIE IN HET BLOED BIJ ONERVAREN KLIMMERS

Floris Holsheimer, J. Rob Pijpers, Frank C. Bakker en A. Peter Hollander

De auteurs zijn werkzaam bij de Faculteit der Bewegingswetenschappen, Vrije Universiteit, Van der Boerhorststraat 9, 1081 BT Amsterdam

Samenvatting

De invloed van angst op het neuromusculaire systeem van onervaren klimmers werd onderzocht. Achttien proefpersonen traverseerden identieke routes op een hoogte van 0.3 meter boven het vloeroppervlak (de 'niet-bedreigende conditie') en 5.1 meter boven het vloeroppervlak (de 'bedreigende conditie'). Proefpersonen gaven aan meer angst te ervaren in de hoge conditie dan in de lage. Spiervermoeidheid, de bloedlactaatconcentratie en de gemiddelde hartfrequentie van de proefpersonen bleken in de hoge conditie hoger in vergelijking met de lage conditie. Geconcludeerd werd dat angst van invloed is op het neuromusculaire systeem.

Inleiding

De laatste jaren heeft het sportklimmen in binnen- en buitenland sterk aan populariteit gewonnen. Op steeds meer plaatsen verschijnen klimwanden, die een nog hoger dan de ander, die steeds meer en andere mogelijkheden bieden. Het sportklimmen heeft relatief eenvoudige regels die er in essentie op neerkomen dat de klimmer zo hoog mogelijk probeert te komen. Afhankelijk van het niveau van de klimmer, worden routes met een bepaalde moeilijkheidsgraad uitgezet op de klimmuur.

De onmiskenbare aantrekkingskracht van het sportklimmen houdt wellicht verband met de spanning en sensatie die het met zich meebrengt. Het onder controle kunnen houden van angst en nervositeit is in elk geval voor veel klimmers een belangrijke drijfveer voor het beoefenen van hun sport (Piët, 1987). Het laat zich raden dat ondanks het feit dat sportklimmen, in vergelijking met het klimmen in de vrije natuur, een relatief veilige sport is (Rossi & Cereatti, 1993), er tal van situaties zijn die door de klimmers als 'spannend' worden ervaren.

Centraal in het onderhavige onderzoek stond de vraag welke lichamelijke veranderingen optreden wanneer (onervaren) klimmers hoger op een

klimmuur klimmen. Daarbij richtte het onderzoek zich vooral op variabelen die een functionele betekenis hebben voor de uitvoering van de klimtaak: spierversmoeidheid en melkzuurconcentratie.

In de literatuur is het effect van angst op fysiologische variabelen als hartfrequentie, systolische en diastolische bloeddruk, secretie van nor-adrenaline, adrenaline en cortisol, ademfrequentie, zweetafscheiding enzovoort rijkelijk gedocumenteerd (zie voor een overzicht van fysiologische stress-responsen bijvoorbeeld Van Doornen & De Geus, 1993 en De Geus & Van Doornen, 1993). Ook veranderingen in het neuromusculaire systeem samenhangend met angst, zijn aangetoond; vooral Weinberg en medewerkers lieten zich op dit onderzoeksgebied niet onbetuigd (Weinberg & Hunt, 1976; Weinberg, 1978; Weinberg & Ragan, 1978). Weinberg en Hunt (1976) en Weinberg (1978) bestudeerden met behulp van elektromyografie de spieractiviteit van diverse armspieren tijdens het gooien van een bal. In de experimenten werd de mate van angst van de proefpersonen gemanipuleerd door het geven van feedback op de geleverde prestaties. De feedback kon positief, negatief of neutraal (geen feedback) zijn. Een voorbeeld van negatieve feedback is: "In vergelijking met uw medestudenten scoort maar 18% slechter dan u, probeert u alstublieft beter uw best te doen bij de volgende tien worpen" (Weinberg, 1978) - wat tot resultaat had dat deze proefpersonen angstiger waren dan degenen die geen negatief commentaar op de door hen verrichte handelingen kregen. De effecten van angst manifesteerden zich als een hoger energieverbruik tijdens de worp: de betrokken spieren contraheerden langer dan 'strikt' noodzakelijk was en de agonisten en antagonist waren meer *tegelijkertijd* actief (grotere co-contractie). De resultaten van Weinberg en collega's wijzen erop dat als proefpersonen angstig zijn, zij minder efficiënt bewegen. Bij taken als het klimmen zou dit zich kunnen manifesteren in een sneller optredende vermoeidheid.

Meer recent onderzoek van Beuter en Duda (1985) laat eveneens zien dat angst van invloed is op de efficiëntie waarmee de taak wordt uitge-

voerd. Zij onderzochten de invloed van angst op stapbewegingen. In een 'normale' (dat wil zeggen, niet-bedreigende) situatie bestaat er een bepaald verband tussen de grootte van de gewrichtshoek en de snelheid waarmee de hoekgrootte verandert tijdens een beweging. Beuter en Duda vonden dat de relatie tussen hoekgrootte en hoeksnelheid van het enkelgewricht veranderde wanneer proefpersonen angstiger werden: de bewegingen werden minder gelijkmatig en minder efficiënt.

In het huidige klimonderzoek wordt onderzocht wat de effecten van angst zijn op de variabelen spiervermoeidheid en melkzuurconcentratie. Verwacht wordt dat als (onervaren) klimmers zich hoger in de wand bevinden, dit zal leiden tot het ervaren van gevoelens van angst en tot meer spieractiviteit voor de uitvoering van de klimtaak in vergelijking met de uitvoering van dezelfde taak lager op de wand. Als hypothesen van het onderzoek zijn geformuleerd: (1) in de hoge situatie rapporteren proefpersonen meer angst dan in de lage situatie, (2) de melkzuurconcentratie in het bloed is hoger na klimmen in de hoge situatie dan na klimmen in de lage situatie, (3) het uitvoeren van de klimtaak in de hoge situatie leidt tot meer spiervermoeidheid dan de uitvoering van de taak in de lage situatie, en (4) de gemiddelde hartfrequentie is hoger in de hoge situatie dan in de lage situatie.

Tijdens het klimmen worden de spieren statisch belast (de lengte van de spieren blijft vrijwel onveranderd). Hierbij worden de bloedvaten (gedeeltelijk) dichtgeknepen omdat de intramusculaire druk hoger is dan de bloeddruk. Dit resulteert in een verminderde doorbloeding van de spieren. In deze situatie wordt energie (deels) geleverd door anaërobe glycolyse, met melkzuur als eindprodukt. Indien inderdaad meer spierkracht wordt geleverd in de hoge situatie, zal dit leiden tot een hogere melkzuurconcentratie in het bloed dan in de lage situatie.

Als maat voor *spiervermoeidheid* wordt de afname van de mediaanfrequentie van het power spectrum van het EMG-signaal van de pols- en vingerflexoren gebruikt (in navolging van Gamet & Maton, 1989; Petrofsky, Glaser, Phillip, Lind, & Williams, 1982).

Eén van de indicatoren van angst is een verhoogde hartfrequentie. Daarnaast wordt verondersteld dat de klimmers in de hoge conditie minder efficiënt klimmen, hetgeen ook tot een hogere hartfrequentie kan leiden. In beide gevallen wordt een hogere hartfrequentie voorspeld in de hoge situatie dan in de lage.

Methode

Proefpersonen

Achttien proefpersonen, 9 vrouwelijke en 9 mannelijke, in leeftijd variërend van 19 tot 36 jaar, namen deel aan het onderzoek. De proefpersonen, hoofdzakelijk studenten, hadden geen ervaring met klimmen, waren niet op de hoogte van het doel van het experiment en werden betaald voor hun medewerking. De maximale handknijpkracht van de proefpersonen was gemiddeld 448 N ($SD = 115$).

Materiaal

De proefpersonen klommen op een klimwand van 7.0 meter hoog en 3.5 meter breed, met een overhang van 10 graden (zie Figuur 1). Op de klimwand, geplaatst in een grote experimenteer-ruimte, waren twee identieke horizontale routes (traverses) aangebracht. Een traverse bestond uit 11 in grootte variërende grepen. De gemiddelde hoogte van de onderste 6 grepen van de *lage* traverse was, gemeten vanaf het vloeroppervlakte 0.3 meter (de *lage* conditie), de gemiddelde hoogte van de *hoge* traverse was 5.1 meter (de *hoge* conditie). De hoge traverse was via een platform van 5.0 meter hoog te bereiken; de afstand tussen de klimwand en het platform bedroeg 1.2 meter. Alle proefpersonen droegen goed passende klimschoenen (La Sportiva Enduro 954) en werden in de hoge conditie gezeurd. De proefpersonen droegen daartoe een integraal-gordel (Edelrid) waaraan een klimtouw was bevestigd. Via een aan de bovenkant van de klimwand bevestigde ijzeren stang werd het klimtouw terug geleid naar de proefleider die eveneens een integraal-gordel droeg en de proefpersoon op een in de klimsport gebruikelijke wijze zekerde.

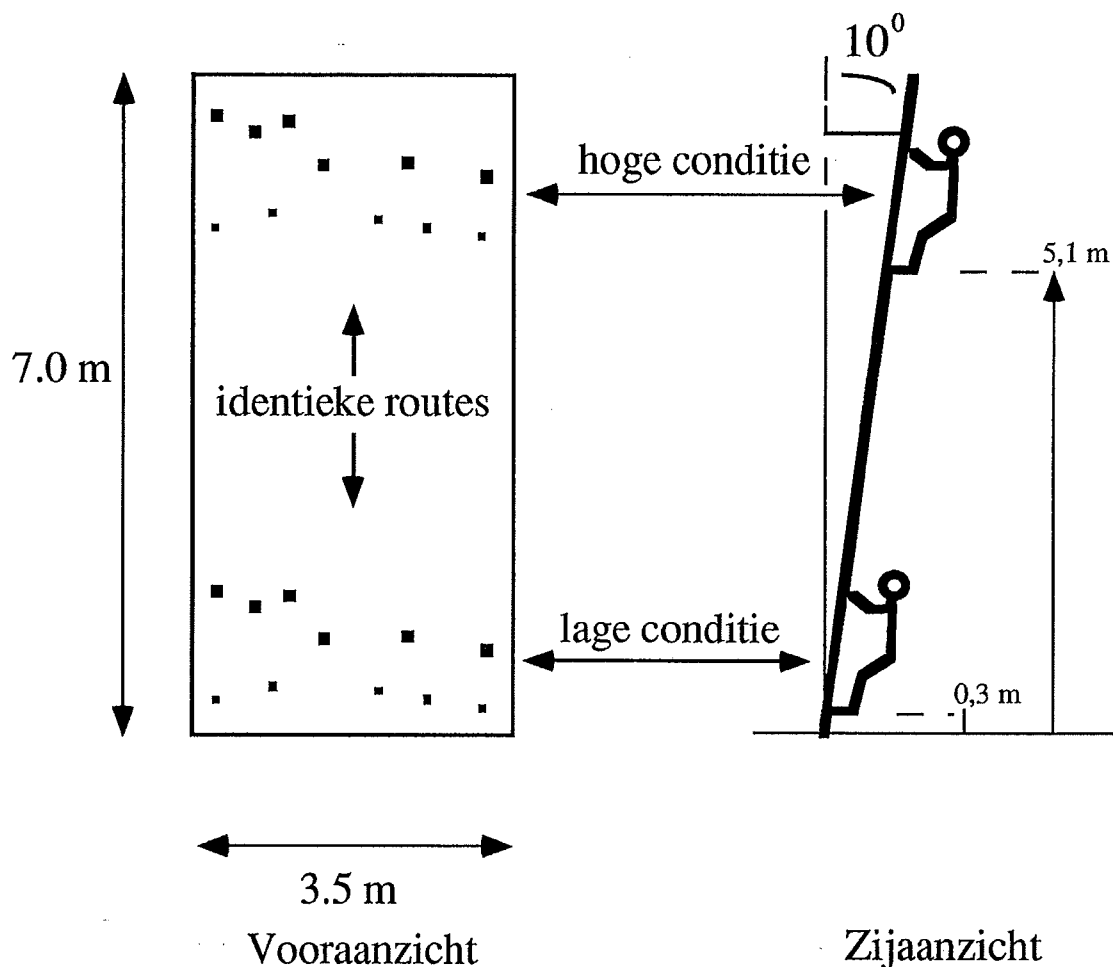
De mate van angstdispositie werd bepaald met behulp van de 'Zelfbeoordelings-vragenlijst STAI - versie DY-2' (Van der Ploeg, Defares, & Spielberger, 1979). De toestandsangst werd gemeten met behulp van de 'angst-thermometer' (Houtman & Bakker, 1989).

Door middel van fotospectrometrie werd de melkzuurconcentratie bepaald van 10 μ l capillair bloed (Dr. Lange, Mini 8). Tijdens het knijpen in een handdynamometer (Lafayette) werd het oppervlakte-EMG van de spieren gelegen aan de ventrale zijde van de onderarm geregistreerd (pols- en vingerflexoren). Twee bipolaire zilver-zilver elektrodes (Medi-trace, ECE 1801) werden geplaatst op de lijn die de epicondylus medialis humeri en de processus styloideus ulnae met elkaar verbindt. Op één derde van de afstand tussen

de genoemde punten werden de elektrodes geplaatst met een onderlinge afstand van 2.5 cm longitudinaal. Op de epicondylus lateralis humeri werd een aardelektrode geplaatst. De elektrodes werden verbonden met een differentiaalversterker (DISA, type 15C01, Skovlunde, Denemarken) met een bandbreedte van 10 - 200 Hz. Met behulp van een 12 bits A/D convertor werd het EMG-sig-naal gesampeld (1000 Hz) en daarna opgeslagen. Met een 'Fast Fourier transformatie' werd de mediaan-

frequentie van het power spectrum van het EMG-sig-naal berekend. Het verschil in de mediaanfrequentie voor en na de klim werd gebruikt als een index voor spiervermoeidheid.

Tijdens de klim werd om de 5 seconden de gemiddelde hartfrequentie geregistreerd met behulp van een Sporttester (PE-3000). Na afloop werd voor elke klim de gemiddelde hartfrequentie over de totale klimtijd berekend.



Figuur 1. Voor- en zijaanzicht van de klimwand. De overhang van de wand is 10 graden. De traverses op 0.3 meter hoogte ('lage conditie') en 5.1 meter hoogte ('hoge conditie') zijn identiek.

Procedure

De proefpersonen werden individueel getest. Op *Dag 1* werden de proefpersonen in algemene termen geïnformeerd over het doel en de procedure van het experiment en bevestigden zij schriftelijk vrijwillig deel te nemen aan het experiment. Ook vulden zij de angstdispositie-schaal van de 'Zelfbeoordelvragenlijst' in (Van der Ploeg

e.a., 1979). Vervolgens werd de maximale knijpkracht van de proefpersonen bepaald (voorkeurs-hand). Drie minuten later startte de oefensessie waarin de onderste traverse 5 maal werd geoefend.

Op *Dag 2 - 3* tot 10 dagen na *Dag 1* - werden de proefpersonen allereerst ingelicht over de procedure van het experiment. Zeven minuten voor het klimmen namen de proefpersonen plaats op

een stoel en voerden ze met hun voorkeurshand een isometrische contractie uit op de hand-dynamometer (3 seconden, 50% van de maximale knijpkracht). Het EMG werd hierbij geregistreerd. Zes minuten voor het starten van de klim namen de proefpersonen plaats op een stoel die of op de vloer, of op het 5 meter hoge platform was geplaatst. Eén minuut voor de klim werd de 'Angstthermometer' ingevuld. Proefpersonen klommen de traverse 6½ keer waarbij iedere keer de traverse in 20 seconden moest worden gedaan. De totale klimtijd bedroeg 2 minuten en 10 seconden. Na het klimmen dienden de proefpersonen onmiddellijk te gaan zitten en na 1.5 minuut werd opnieuw het EMG geregistreerd tijdens een isometrische contractie op de hand-dynamometer (3 seconden, 50% van de maximale knijpkracht). Drie minuten na de klim werd uit de duim van de proefpersoon 10 µl bloed afgenomen waarvan de melkzuurconcentratie werd bepaald. De klimconditie voor de eerste klim (hoog of laag) werd willekeurig toegewezen. Na een rustpauze van 1 uur klommen de proefpersonen in de andere conditie.

Op Dag 3 - 3 tot 10 dagen na Dag 2 - werd de procedure zoals beschreven bij Dag 2 herhaald; de klimconditie-volgorde werd echter omgedraaid.

Resultaten

In Tabel 1 worden de angstthermometer score, de spiervermoeidheidsindex, de melkzuurconcentratie

in het bloed en de gemiddelde hartfrequentie in de lage en hoge conditie weergegeven. Tevens wordt per variabele het aantal proefpersonen genoemd waarop de statistische analyse is uitgevoerd. (Van drie proefpersonen is geen volledige data set beschikbaar doordat zij niet in staat waren het experiment volledig af te maken. Dit en storingen in de apparatuur verklaart de wisselende aantallen proefpersonen in Tabel 1.)

Angst-scores

Gemiddeld bleek de angstdispositie-score van de 'Zelfbeoordelvingsvragenlijst' van de mannelijke proefpersonen niet significant af te wijken van de score van de normgroep 'Nederlandse mannelijke studenten' (Van der Ploeg e.a., 1979). De gemiddelde score op de angstdispositie schaal van de vrouwelijke proefpersonen was iets lager dan die van de normgroep (Nederlandse vrouwelijke studenten).

Op de scores op de angstthermometer werd een variantie-analyse uitgevoerd met daarin twee factoren. De hoge en lage conditie werden onderling vergeleken (factor Conditie) en er werd een vergelijking gemaakt tussen de tweede en derde testdag (factor Dag). Voor beide factoren was er sprake van herhaalde metingen. Proefpersonen bleken significant meer angstig in de hoge conditie dan in de lage conditie, $F(1, 16) = 32.38, p < .001$ (zie Tabel 1). Er was geen hoofdeffect voor de factor 'dag', ook was er geen sprake van een interactie tussen beide factoren.

Tabel 1. Angstthermometer score, spiervermoeidheidsindex, melkzuurconcentratie in het bloed en gemiddelde hartfrequentie in de lage en hoge conditie, en het verschil tussen beide condities (SD's tussen haakjes)

	CONDITIE		
	Laag	Hoog	Hoog - Laag
Angstthermometer score (N = 17)	1.5 (1.30)	4.1 (2.42)	2.6 ** (1.88)
Spiervermoeidheidsindex (N = 14)	5.8 (7.49)	8.9 (6.22)	3.1 * (4.57)
Melkzuurconcentratie (mmol/l) (N = 14)	5.9 (1.25)	7.2 (1.84)	1.3 * (1.71)
Gemiddelde hartfrequentie (slagen/min) (N = 15)	146.2 (16.80)	165.2 (13.06)	19.1 ** (6.40)

* $p < .05$. ** $p < .001$.

Spiervermoeidheidsindex, melkzuurconcentratie in het bloed en hartfrequentie

De spiervermoeidheidsindex, melkzuurconcentratie in het bloed en hartfrequentie (zie eveneens Tabel 1) werden ook geanalyseerd met een 2(Conditie) x 2(Dag) variantie-analyse met herhaalde metingen. Op alle drie de afhankelijke variabelen bleek de hoogte van de traverse van invloed te zijn. De spiervermoeidheid was significant hoger in de hoge conditie dan in de lage conditie, $F(1, 13) = 6.28$, $p = .025$, evenals de melkzuurconcentratie in het bloed, $F(1, 13) = 8.01$, $p = .014$, en de gemiddelde hartfrequentie, $F(1, 14) = 133.27$, $p < .001$. Voor de variabele hartfrequentie bleek de interactie significant, $F(1, 14) = 8.26$, $p = .012$: in de lage conditie bleek de gemiddelde hartfrequentie op dag 3 hoger te zijn dan op dag 2 (149.0 respectievelijk 143.4, Newman-Keuls post hoc test, $p < .05$), een verschil dat in het licht van de vraagstelling en de grootte van het hoofdeffect, niet relevant is. De overige hoofd- of interactie effecten haalden het significantieniveau niet.

Discussie

In het huidige onderzoek is de invloed van angst op de variabelen spiervermoeidheid en melkzuurconcentratie in het bloed van onervaren klimmers onderzocht. Zoals voorspeld waren proefpersonen in de hoge situatie angstiger dan in de lage situatie. De spiervermoeidheid, de melkzuurconcentratie in het bloed en de gemiddelde hartfrequentie bleken hoger in de hoge situatie dan in de lage situatie.

Voor de hogere melkzuurconcentratie in het bloed in de hoge situatie kunnen twee oorzaken aangegeven worden. De eerste is dat de melkzuurconcentratie in het bloed is gestegen omdat de anaërobe energieproductie door de lichamelijke inspanning van het klimmen is gestegen. De tweede oorzaak kan zijn dat de afbraak van melkzuur is verminderd doordat de doorbloeding van de spieren is verslechterd. Welke van de twee mogelijkheden op de voorgrond staat en in hoeverre er sprake is van een gecombineerd effect is op basis van het onderhavige onderzoek niet vast te stellen.

In de hoge situatie trad meer spiervermoeidheid op dan in de lage en het is aannemelijk dat dit werd veroorzaakt doordat de klimtaak in de hoge situatie op een andere wijze - een uit energetisch oogpunt bekeken minder efficiënte wijze - werd uitgevoerd dan in de lage situatie. Eveneens bleek, zoals voorspeld, de gemiddelde hartfrequentie

in de hoge situatie hoger dan in de lage situatie. De verhoogde hartfrequentie is echter niet geheel toe te schrijven aan een toename van de angst omdat, zoals uit het voorgaande bleek, de uitvoering van de klimtaak in de hoge situatie verschilde van die in de lage.

De resultaten van de huidige studie komen overeen met de resultaten van Weinberg en zijn medewerkers (Weinberg & Hunt, 1976; Weinberg, 1978; Weinberg & Ragan, 1978) en Beuter en Duda (1985), die allen een negatieve invloed van angst op de efficiëntie van de uit te voeren taken aantoonde. Bij de experimenten van Weinberg en collega's dient echter een kanttekening geplaatst te worden. De wijze waarop zij de angst van de proefpersonen manipuleerden - het geven van negatieve feedback, 'threat to self-esteem' - leidt tot een interpretatieprobleem van de resultaten. Proefpersonen die negatieve feedback ontvangen, kunnen besluiten om tot een andere handelingsstrategie over te gaan, omdat de huidige handelingswijze kennelijk niet tot het gewenste resultaat leidde (de negatieve terugkoppeling wijst daar immers op). De minder efficiënte taakuitvoering is dan niet noodzakelijkerwijs toe te schrijven aan een toename van de angst, maar aan het feit dat proefpersonen 'iets' gaan doen wat niet hun eerste voorkeur heeft en waar zij in het algemeen minder bedreven in zijn. In het onderhavige onderzoek wordt geprobeerd dit interpretatieprobleem te ondervangen door de angst van de proefpersonen niet te manipuleren door middel van negatieve feedback maar door ze in een meer of minder bedreigende situatie te plaatsen: dezelfde klimtaak laten uitvoeren op ruim vijf meter hoog in de klimwand en op ongeveer 30 centimeter boven de vloer.

Drie proefpersonen waren niet in staat het gehele experiment te voltooien. Uit rapportage achteraf bleek dat dit te wijten was aan onvoldoende spierkracht van vooral de onderarmmusculatuur. Het is niet waarschijnlijk dat angst de oorzaak was voor vroegtijdig stoppen, omdat één van de drie proefpersonen die opgaven, dit deed in de lage conditie. Toch is het goed denkbaar dat de maximale klimtijd afneemt onder invloed van angst: de hogere melkzuurconcentratie en de grotere spiervermoeidheid doen een dergelijk effect zeker vermoeden.

Hoewel in dit experiment niet werd nagegaan welk effect angst heeft op de uitvoering van de klimtaak, zijn ook daarop invloeden te verwachten. Voor en tijdens het klimmen nemen klimmers voortdurend beslissingen: biedt een bepaalde greep voldoende mogelijkheden om je aan vast te hou-

den? Kan een greep gebruikt worden om verder te klimmen? Kan een greep bereikt worden of net niet? Onderzoek van Bakker en Pijpers (ter publikatie aangeboden) doet vermoeden dat angst de waarneming van dergelijke handelingsmogelijkheden op een klimmuur beïnvloedt. In een meer bedreigende situatie schatten proefpersonen hun maximale bereik lager in dan in een minder bedreigende situatie. In de literatuur wordt dit fenomeen wel omschreven als functionele onderschatting of ook wel als het inbouwen van een 'veiligheidsmarge' (Carello, Groszofsky, Reichel, Solomon, & Turvey, 1989). Als, zoals in het onderhavige onderzoek bleek, de bedreigende situatie tot veranderingen in het neuromusculaire systeem leidt, is echter niet alleen sprake van het inbouwen van een veiligheidsmarge. De "onderschatting" anticipeert dan als het ware op de afnemende handelingsmogelijkheden van de persoon als gevolg van de door de angst veroorzaakte andere - minder efficiënte - wijze van bewegen.

Literatuur

- Bakker, F.C., & Pijpers, J.R. (ter publikatie aangeboden). Perceiving conflicting affordances: Climbing up or falling down?
- Beuter, A., & Duda, J.L. (1985). Analysis of the arousal/motor performance relationship in children using movement kinematics. *Journal of Sport Psychology*, 7, 229-243.
- Carello, C., Groszofsky, A., Reichel, F.D., Solomon, H.Y., & Turvey, M.T. (1989). Visually perceiving what is reachable. *Ecological Psychology*, 1, 27-54.
- Doornen, L.J.P. van, & Geus, E.J.C. de (1993). Stress, physical activity, and coronary heart disease. *Work & Stress*, 7, 121-139.
- Gamet, D., & Maton, B. (1989). The fatigability of two agonistic muscles in human isometric voluntary submaximal contraction: an EMG study. *European Journal of Applied Physiology*, 58, 361-368.
- Geus, E.J.C. de, & Doornen, L.J.P. van (1993). The effects of training on the physiological stress-response. *Work & Stress*, 7, 141-159.
- Houtman, I.L.D., & Bakker, F.C. (1989). The anxiety thermometer: A validation study. *Journal of Personality Assessment*, 53, 575-582.
- Petrofsky, J.S., Glaser, R.M., Phillips, C.A., Lind, A.R., & Williams, C. (1982). Evaluation of the amplitude and frequency components of the surface EMG as an index of muscle fatigue. *Ergonomics*, 25, 213-223.
- Piët, S. (1987). *Het loon van de angst*. Baarn: Ambo.
- Ploeg, H.M., van der, Defares, P.B., & Spielberger, C.D. (1979). *Zelfbeoordelingsvragenlijst STAI - versie DY-2*. Swets & Zeitlinger, Lisse.
- Rossi, B., & Cereatti, L. (1993). The sensation seeking in mountain athletes as assessed by Zuckerman's sensation seeking scale. *International Journal of Sport Psychology*, 24, 417-431.
- Weinberg, R.S. (1978). The effects of success and failure on the patterning of neuromuscular energy. *Journal of Motor Behavior*, 10, 53-61.
- Weinberg, R.S., & Hunt, V.V. (1976). The interrelationship between anxiety, motor performance and electromyography. *Journal of Motor Behavior*, 8, 219-224.
- Weinberg, R.S., & Ragan, J. (1978). Motor performance under three levels of trait anxiety and stress. *Journal of Motor Behavior*, 10, 169-176.